

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平 10 - 233692

(43) 公開日 平成 10 年 (1998) 9 月 2 日

(51) Int. Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H03M 7/30			H03M 7/30	A
G10L 9/18			G10L 9/18	C
// H03M 13/00			H03M 13/00	

審査請求 未請求 請求項の数 12 O L (全 21 頁)

(21) 出願番号 特願平 9 - 5842

(22) 出願日 平成 9 年 (1997) 1 月 16 日

(71) 出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 35 号

(72) 発明者 五十崎 正明

東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 35 号

ソニー株式会社内

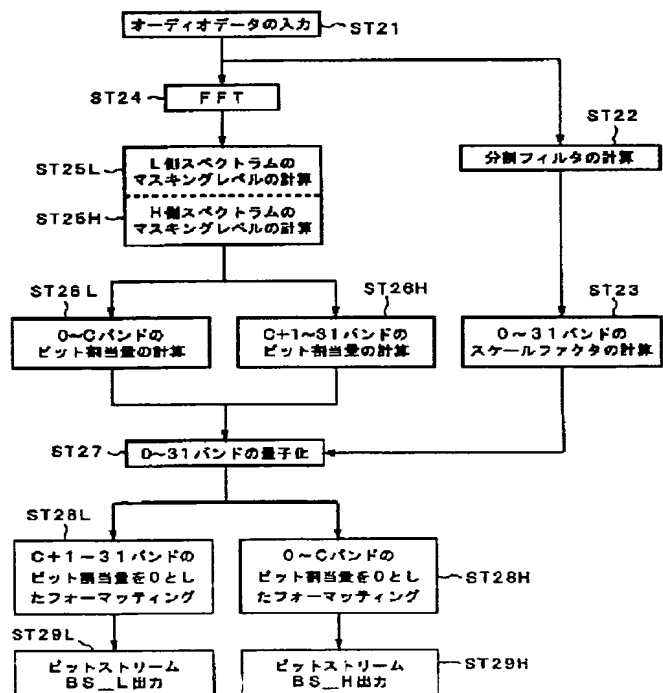
(74) 代理人 弁理士 杉浦 正知

(54) 【発明の名称】 オーディオ信号符号化装置および符号化方法並びにオーディオ信号復号装置および復号方法

(57) 【要約】

【課題】 ハードウェアおよび信号処理の増加を最小限に抑え、デジタルオーディオ信号の階層符号化を行う。

【解決手段】 入力デジタルオーディオ信号が F F T 処理 (S T 2 4) により発生した複数のスペクトラム成分が 0 ~ 31 のサブバンドに分割される。サブバンドの番号 C d を境界として、低中域 (0 ~ C) と高域 (C + 1 ~ 31) とに分割される。心理聴覚モデルに基づいて各階層のビット割当量がそれぞれ計算される。低中域の階層については、単独で使用されることがあるので、高域側の階層の成分を 0 とし、マスキングレベルが計算される。ビット割当量とスケールファクタとから各階層のビット割当が決定され、各階層が量子化される (S T 2 7)。そして、各階層がビットストリームにそれぞれフォーマット化される (S T 2 8 L, S T 2 8 H)。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 デジタルオーディオ信号を伝送する時に適用されるオーディオ信号符号化装置において、デジタルオーディオ信号を周波数に基づいて複数の階層データに分離し、上記複数の階層データを符号化して、複数のビットストリームを生成する手段を有することを特徴とするオーディオ信号符号化装置。

【請求項 2】 請求項 1 において、さらに、複数のビットストリームに対してエラー訂正符号化を行うエラー訂正符号化手段を有し、上記複数の階層データの内の低域側の階層データに関して、上記エラー訂正符号化により生じる訂正能力を高域側の階層データに比して高くすることを特徴とするオーディオ信号符号化装置。

【請求項 3】 請求項 1 において、入力デジタルオーディオ信号を上記複数の階層データに分離する手段と、

上記複数の階層のデータをそれぞれ符号化し、複数のビットストリームを生成する複数の符号化手段とを有することを特徴とするオーディオ信号符号化装置。

【請求項 4】 請求項 1 において、入力デジタルオーディオ信号を複数の周波数成分に分割し、上記複数の周波数成分のそれぞれに対する割当ビット数を決定し、決定された割当ビット数により上記複数の周波数成分のデータを量子化し、量子化されたデータをビットストリームへフォーマット化する符号化手段を備え、

上記複数の周波数成分を複数の階層に分割し、上記複数の階層について、上記割当ビット数の決定の処理および上記量子化の処理を行い、上記量子化の処理により得られた複数のデータを複数のビットストリームへそれぞれフォーマット化するようにしたことを特徴とするオーディオ信号符号化装置。

【請求項 5】 請求項 4 において、上記符号化手段は、割当ビット数を決定する場合に、心理聴覚モデルを用いて、入力信号に応じたマスキングレベルを利用するものであって、計算対象となる階層の周波数帯域よりも高い周波数の階層の周波数成分を無音としてマスキングレベルを決定することを特徴とするオーディオ信号符号化装置。

【請求項 6】 請求項 1 において、ビットストリームを転送するためのネットワークの混雑の程度を検出し、上記ネットワークの混雑の程度に応じて受信側が使用する階層データを指示する情報を送信することを特徴とするオーディオ信号符号化装置。

【請求項 7】 請求項 1 において、ビットストリームを受信する側の処理能力に応じて受信側が使用する階層データを指示する情報を送信することを特徴とするオーディオ信号符号化装置。

【請求項 8】 デジタルオーディオ信号を伝送する時

に適用されるオーディオ信号符号化方法において、デジタルオーディオ信号を周波数に基づいて複数の階層データに分離し、上記複数の階層データを符号化して、複数のビットストリームを生成することを特徴とするオーディオ信号符号化方法。

【請求項 9】 デジタルオーディオ信号を周波数に基づいて複数の階層データに分離し、上記複数の階層データを符号化して、複数のビットストリームを生成し、上記複数のビットストリームを受信し、復号するオーディオ信号復号装置において、

受信された複数のビットストリームを複数の階層データへ復号すると共に、複数の階層データの全体またはその一部を適応的に選択する手段を有することを特徴とするオーディオ信号復号装置。

【請求項 10】 請求項 8 において、さらに、複数のビットストリームに対してエラー訂正符号の復号を行うエラー訂正手段を有し、エラー訂正されたビットストリームを復号することを特徴とするオーディオ信号復号装置。

【請求項 11】 請求項 8 において、受信された複数のビットストリームをそれぞれ複数の階層データへ復号化する手段と、選択指示信号に基づいて、復号された複数の階層データを加算、または上記複数の階層データの一部を選択する手段とからなることを特徴とするオーディオ信号復号装置。

【請求項 12】 デジタルオーディオ信号を周波数に基づいて複数の階層データに分離し、上記複数の階層データを符号化して、複数のビットストリームを生成し、上記複数のビットストリームを受信し、復号するオーディオ信号復号方法において、受信された複数のビットストリームを複数の階層データへ復号すると共に、複数の階層データの全体またはその一部を適応的に選択することを特徴とするオーディオ信号復号方法。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 この発明は、例えばデジタル衛星放送によってデジタルオーディオ信号を伝送するのに適用されるオーディオ信号符号化装置および符号化方法、並びにオーディオ信号復号装置および復号方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 デジタル衛星放送での情報の伝送には、強力なエラー訂正符号が用いられている。従って、伝送路の C/N 比がある程度まで劣化しても、エラー訂正により送信信号と同じ品質の情報が受信できる。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 ところが、降雨時のように、C/N が急激に低下し、エラー訂正符号が備える

エラー訂正能力を発生するエラーが越えてしまうと、内容が把握できないほど急激に再生情報の品質が劣化してしまう。一方、アナログ放送の場合では、 $C/N$ の低下と共に、緩やかに再生情報の品質が変化する。図 1 A は、横軸をエラーレートとし、縦軸を再生されるデータの品質とした場合に、デジタル放送とアナログ放送の上述した相違を概念的に示す。アナログ放送の場合では、破線で示すように、品質が徐々に低下し、デジタル放送の場合では、実線で示すように、急激に品質が劣化する。実際には、デジタル放送の場合でも、アナログ放送のように、徐々に再生データの品質が低下する特性（グレースフルデグラデーション）が好ましい。

【0004】また、ネットワーク上でのオーディオデータの転送について考える。エンコーダ側、デコーダ側の信号処理能力がリアルタイム処理をするのに十分な能力を備えていたとしても、ネットワークが混みあっていて十分なデータ転送量が確保できない場合には、リアルタイムに再生信号を得ることができない。このような場合には、デコーダ側にデータが一定量だけ蓄積されるまでデコード処理ができないため、再生音が途切れ途切れとなり、再生音質が著しく劣化する。さらに、ネットワークに接続されたデコーダ側のデータ処理能力が不十分な場合でも、同様に、再生音声の品質の劣化が生じる。

【0005】従って、この発明の一つの目的は、伝送路の  $C/N$  比が劣化する時に、再生オーディオ信号の品質の低下が徐々に生じるようになされたオーディオ信号符号化装置および符号化方法並びにオーディオ信号復号装置および復号方法を提供することにある。

【0006】すなわち、この発明は、図 1 B に概念的に示すように、伝送路の  $C/N$  比が悪くなった時に、再生オーディオ信号の品質が段階的に低下するようなグレースフルデグラデーションをデジタル伝送においても実現するものである。オーディオ信号を伝送する場合に、例えば、伝送する信号を中低域、高域とに分離して符号化し、品質低下が知覚されやすい中低域のデータはエラー訂正能力を高くして伝送する。伝送路の  $C/N$  が低下していくと、まずノイズが知覚されにくい高域成分から劣化していくことになるため、グレースフルデグラデーションを実現することができる。

【0007】この発明の他の目的は、ネットワーク上でオーディオデータを転送するようリアルタイム再生システムにおいて、ネットワークの状態、受信側の処理能力等によって再生音が途切れ途切れになることが防止されたオーディオ信号符号化装置および符号化方法並びにオーディオ信号復号装置および復号方法を提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】この発明は、デジタルオーディオ信号を伝送する時に適用されるオーディオ信号符号化装置において、デジタルオーディオ信号を周

波数に基づいて複数の階層データに分離し、複数の階層データを符号化して、複数のビットストリームを生成する手段を有することを特徴とするオーディオ信号符号化装置である。また、この発明は、このようにオーディオ信号を符号化する符号化方法である。

【0009】オーディオ信号の符号化方法の一例は、入力デジタルオーディオ信号を複数の周波数成分に分割し、複数の周波数成分のそれぞれに対する割当ビット数を決定し、決定された割当ビット数により複数の周波数成分のデータを量子化し、量子化されたデータをビットストリームへフォーマット化するものである。

【0010】この発明は、デジタルオーディオ信号を周波数に基づいて複数の階層データに分離し、複数の階層データを符号化して、複数のビットストリームを生成し、複数のビットストリームを受信し、復号するオーディオ信号復号装置において、受信された複数のビットストリームを複数の階層データへ復号すると共に、複数の階層データの全体またはその一部を適応的に選択する手段を有することを特徴とするオーディオ信号復号装置である。また、この発明は、このようにオーディオ信号を符号化する符号化方法である。

【0011】さらに、この発明は、受信された複数のビットストリームをそれぞれ複数の階層データへ復号化する手段と、選択指示信号に基づいて、復号された複数の階層データを加算、または複数の階層データの一部を選択する手段とからなることを特徴とするオーディオ信号復号装置である。

【0012】

【発明の実施の形態】以下、この発明をデジタル放送に適用した一実施例について図面を参照して説明する。図 2 は、この発明の一実施例のシステムの概略を示す。図 2 A は、送信側の構成を示し、1 で示す入力端子から伝送するデジタルオーディオ信号が供給される。例えばオーディオ信号をサンプリング周波数 48 kHz でもってデジタル化することによって、デジタルオーディオ信号が形成される。このデジタルオーディオ信号は、1 チャンネルのものであるが、実際には、2 チャンネル（ステレオ）以上のチャンネル数の場合が多い。

【0013】入力デジタルオーディオ信号がソースエンコーダ 2 に供給される。ソースエンコーダ 2 は、後述するように、入力デジタルオーディオ信号を低域および中域成分（単に低中域成分と称する）と高域成分に周波数分割し、各周波数成分の階層データをそれぞれ圧縮符号（例えば MPEG (Moving Pictures Expert Group) 規格のオーディオ符号化）により圧縮する。

【0014】MPEG オーディオのフォーマット自体は、階層的に復号するような構造を持っていない。そこで、この発明では、デジタルオーディオ信号を、複数の周波数成分の階層データに分離し、各々について MPEG オーディオ方式でエンコードする。このように生成さ

れた複数のビットストリームを伝送することで、受信状況、処理能力等に応じて階層的に復号することができ。ここでは、中低域、高域の 2 つの階層構造をもたせるようにしている。

【 0 0 1 5 】ソースエンコーダ 2 から低中域成分のビットストリーム（符号化データ） $BS_L$ と高域成分のビットストリーム（符号化データ） $BS_H$ とが出力される。これらのビットストリームが ECC（エラー訂正符号）エンコーダ 3 および 4 にそれぞれ供給される。ECC エンコーダ 3 および 4 によって、ビットストリーム  $BS_L$  および  $BS_H$  に対してエラー訂正符号の符号化がなされる。ECC エンコーダ 3 および 4 のそれぞれの出力データがマルチプレクサ 5 へ供給され、一つのビットストリームが形成される。

【 0 0 1 6 】このビットストリームが変調器 6 において変調され、変調されたデータが送信部 7 に供給される。変調器 6 は、ディジタル変調器であって、QPSK (Quadrature Phase Shift Keying)、QAM (Quadrature Amplitude Modulation)、VSB (Vestigial sideband) 変調等の方式によって、伝送データを変調する。送信部 7 によって、変調データが送信アンテナ 8 が放送衛星（または通信衛星）に対して送信される。

【 0 0 1 7 】図 2 B は、ディジタル放送の受信側の構成を示す。受信アンテナ 1 1 により受信された放送電波が受信部 1 2 を介して復調器 1 3 に供給される。受信部 1 2 には、周波数変換器、チューナ等が含まれ、復調器 1 3 に対して変調データが供給される。復調器 1 3 における復調の結果、復調器 1 3 からビットストリームが出力される。

【 0 0 1 8 】このビットストリームがデマルチプレクサ 1 4 に供給される。デマルチプレクサ 1 4 によって、ビットストリームが低中域データのビットストリームと高域データのビットストリームとに分離される。ビットストリーム上で、二つの周波数成分のビットストリームは、所定の規則に従った位置に配置されている。必要に応じて、ビットストリーム上の各周波数成分のビットストリームの位置を示す情報がビットストリーム中に挿入される。

【 0 0 1 9 】デマルチプレクサ 1 4 により分離された二つのビットストリームがそれぞれ ECC デコーダ 1 5 および 1 6 に供給される。ECC デコーダ 1 5 および 1 6 において、エラー訂正符号により伝送中に生じたエラーが訂正される。また、訂正できないエラーは、再生した時に目立たないように修整される。

【 0 0 2 0 】ECC デコーダ 1 5 からは、受信され、復調され、エラー訂正された低中域のビットストリーム  $BS_L$  が出力される。ECC デコーダ 1 6 からは、受信され、復調され、エラー訂正された高域のビットストリーム  $BS_H$  が出力される。これらのビットストリームがソースデコーダ 1 7 に供給される。ソースデコーダ 1

7 では、ソースエンコーダ 2 においてなされた符号化（例えば MPEG）の復号処理がなされる。また、ソースデコーダ 1 7 では、受信状況等に応じて、低中域データの階層および高域データの階層の両者を使用する状態と、低中域データの階層のみを使用する状態とが適応的に選択される。ソースデコーダ 1 7 から出力端子 1 8 にディジタルオーディオ信号が取り出される。

【 0 0 2 1 】この発明の一実施例は、上述したグレースフルデグラデーションを実現するために、複数の周波数成分へオーディオデータを分割し、階層構造を持つようにし、さらに、ECC エンコーダ 3 および 4 によりなされるエラー訂正符号化の訂正能力を二つの周波数成分の間で相違させるものである。図 3 は、エラー訂正能力を相違させる方法の一例を示す。図 3 の例は、符号化されたディジタルオーディオ信号の所定サンプル数を 2 次元的に配列し、その水平方向と垂直方向にそれぞれエラー訂正符号の符号化を行う積符号を使用する例である。勿論、積符号以外エラー訂正符号を使用することが可能である。

【 0 0 2 2 】図 3 に示すように、ソースエンコーダからのビットストリームの所定サンプル数を 2 次元的に配列する場合、低中域データと高域データとを垂直方向に分割して配列する。低中域データおよび高域データは、それぞれ複数の行および複数の列を有するマトリクスに配列される。そして、垂直方向のエラー訂正符号（C 2）の符号化は、低中域データと高域データとに対して共通に行う。その結果、 $m$  個の C 2 パリティが生成される。

【 0 0 2 3 】また、低中域データに対して水平方向のエラー訂正符号（C 1）の符号化がなされ、 $n$  1 個の C 1 パリティが生成される。高域データに対しても C 1 符号の符号化がなされ、 $n$  2 ( $< n$  1) 個の C 1 パリティが生成される。さらに、C 2 パリティに対して、C 1 符号の符号化がなされ、 $n$  1 個の C 1 パリティが形成される。C 1 パリティの数は、破線で示すように、 $n$  2 でも良い。

【 0 0 2 4 】なお、上述した例は、C 2 符号化を行い、次に C 1 符号化を行う場合であるが、逆の順番で各符号化を行うこともできる。この場合では、C 1 パリティに対して、C 2 符号化がなされる。

【 0 0 2 5 】エラー訂正符号 C 1 および C 2 としては、リード・ソロモン符号等のエラー訂正符号を使用することができる。エラー訂正符号の場合では、リード・ソロモン符号に限らず、パリティ数が多いほど、訂正できるエラーシンボルの個数が多くなる。すなわち、エラー訂正能力が増大する。従って、図 3 に示すように、C 1 パリティの個数がより多くなるように符号化された低中域データは、高域データに比してエラーに対してより強くなる。その結果、ディジタル放送の C/N 比が低下した時には、最初に高域データのエラーが多くなり、さらに、C/N 比が低下すると、低中域データのエラーも多

くなる。

【 0 0 2 6 】受信側では、伝送路でのエラーなどによる受信状況（具体的には  $C/N$  比）などに応じて、低中域データおよび高域データの両階層データを使用するか、低中域データのみを用いるかを適応的に選択するようになされる。後述するように、ネットワークを介してオーディオデータを伝送する場合では、伝送路のデータ転送量、受信側のデータ処理能力に応じて使用する階層データが指示される。例えば受信側におけるエラー訂正を行う時のエラー情報を参照して、受信状況を検出することができる。低中域データは、音声を再生する上で、高域データより重要度が高いので、 $C/N$  比の低下等に伴い、低中域データのみを使用するようにすれば、グレースフルデグラデーションを実現することができる。

【 0 0 2 7 】図 4 は、エラー訂正能力を異ならせる方法の他のいくつかの例を示す。図 4 A は、 $C1$  パリティの個数を階層データによって異ならせる例であり、データを低域、中域、高域の 3 個の階層へ分割するものである。低域データの階層に関する  $C1$  パリティの数を  $n11$ 、中域データの階層に関する  $C1$  パリティの数を  $n12$ 、高域データの階層に関する  $C1$  パリティの数を  $n13$  とすると、 $(n11 > n12 > n13)$  の関係とされる。それによって、 $C/N$  比が低下する時に、図 1 B に示すように、再生音声の品質が除々に低下するようにできる。

【 0 0 2 8 】図 4 B および図 4 C は、 $C2$  符号のパリティ数を各周波数成分に応じて異ならせる例である。図 4 B は、入力オーディオデータを低中域データと高域データとの階層に分割し、音声の品質に対して重要度が高い低中域データの  $C2$  パリティ数  $m1$  を重要度が低い高域データの  $C2$  パリティ数  $m2$  より少なくした例である。図 4 C は、低域、中域、高域の 3 個の階層にデータを分割し、それぞれに関する  $C2$  パリティの個数  $m11$ 、 $m12$ 、 $m13$  を  $(m11 > m12 > m13)$  の関係に設定するものである。なお、上述したように、パリティ数を異ならせる方法以外に、エラー訂正能力を異ならせることもできる。例えば階層に応じて異なる種類のエラー訂正符号を使用するようにしても良い。

【 0 0 2 9 】ソースエンコーダ 2 およびソースデコーダ 1 7 の一例は、図 5 に示す構成とされている。ソースエンコーダ 2 は、入力端子 2 1 からのデジタルオーディオ信号を低中域データ  $PCM\_L$  と高域データ  $PCM\_H$  へ分割するためのローパスフィルタ 2 2 およびハイパスフィルタ 2 3 と、ローパスフィルタ 2 2 からの低中域データを符号化する  $MPEG$  エンコーダ 2 4 と、ハイパスフィルタ 2 3 からの高域データを符号化する  $MPEG$  エンコーダ 2 5 とからなる。

【 0 0 3 0 】ソースデコーダ 1 7 は、符号化された低中域データ  $BS\_L$  を復号する  $MPEG$  デコーダ 2 6 と、符号化された高域データ  $BS\_H$  を復号する  $MPEG$  デ

コーダ 2 7 と、デコーダ 2 6 および 2 7 の復号出力を加算する加算器 2 8 と、デコーダ 2 6 の出力および加算器 2 8 の出力の一方を選択するセクタ 2 9 とからなり、セクタ 2 9 から復号デジタルオーディオ信号が出力端子 3 1 に取り出される。セクタ 2 9 を制御するための制御信号 3 0 は、受信状況（ $C/N$  比）等に基づいて形成されたり、ユーザの指示に従って形成される。

【 0 0 3 1 】図 6 は、ローパスフィルタ 2 2 の特性 2 2 a およびハイパスフィルタ 2 3 の特性 2 3 a をそれぞれ示す。これらの特性は、周波数  $f_c$  において 3 db 低下し、各特性の傾斜が 6 db オクターブで変化するものである。

【 0 0 3 2 】図 7 は、ハイパスフィルタ 2 3 の一例である。ローパスフィルタ 2 2 の出力を低中域データ  $PCM\_L$  として出力すると共に、減算器 2 3 c に供給し、遅延回路 2 3 b を介された入力データから低中域データを減算することによって、高域データ  $PCM\_H$  を得るようになされる。

【 0 0 3 3 】ローパスフィルタ 2 2 およびハイパスフィルタ 2 3 を通って、 $MPEG$  エンコーダ 2 4 および 2 5 に入るまでの信号の遅延量と、符号化されるオーディオフレームの位相は、2 つのデータ間で同一とされる。また、圧縮率などの符号化条件は、階層間で等しい必要がなく、例えば低中域データから生じたビットストリーム  $BS\_L$  は、2 8 8 kbps とされ、高域データから生じたビットストリーム  $BS\_H$  は、9 6 kbps のように設定しても良い。

【 0 0 3 4 】 $MPEG$  オーディオは、デジタルオーディオデータを転送する場合に、データ量を削減するために、符号化方式としてサブバンド符号化方式を用いている。 $MPEG$  エンコーダ 2 4、2 5 は、サブバンド符号化のエンコーダであり、 $MPEG$  デコーダ 2 6、2 7 は、サブバンド符号化のデコーダである。サブバンド符号化方式では、周波数軸方向の偏在の性質を利用して冗長な情報を削減している。以下、このサブバンド符号化を使用した  $MPEG$  オーディオ符号化方式について説明する。

【 0 0 3 5 】図 8 は、 $M$  分割のサブバンド符号化方法のエンコーダおよびデコーダの一例を示す。入力オーディオデータは、 $M$  個のバンドパスフィルタとそれぞれに対して選択されたダウンサンプリング回路とからなる分解フィルタ 4 1 に供給される。ダウンサンプリング回路は、データを  $1/M$  にサブサンプリングする。信号帯域が  $1/M$  に減少するから、 $1/M$  のダウンサンプリングが可能である。分解フィルタ 4 1 からの各サブバンドの出力が  $M$  個の量子化器からなる量子化回路 4 2 に供給され、サブバンド毎に所定のビット数のデータに量子化される。量子化回路 4 2 の出力がバッキング回路 4 3 に供給され、ビットストリームのフォーマットに変換される。

【 0 0 3 6 】デコーダ側では、ビットストリームがアンパッキング回路 4 4 に供給され、各サブバンドのデータ列に並びかえられ、M 個の逆量子化器からなる逆量子化回路 4 5 に供給される。逆量子化回路 4 5 に対して合成フィルタ 4 6 が接続される。逆量子化回路 4 5 は、量子化回路 4 2 と逆の処理を行なう。合成フィルタ 4 6 は、M 個のアップサンプリング回路と、M 個のバンドパスフィルタとからなる。アップサンプリング回路は、間引かれたサンプルを補間する。バンドパスフィルタは、M 分割された帯域を元の帯域に合成するものである。合成フィルタ 4 6 から復号オーディオデータが得られる。

【 0 0 3 7 】図 9 は、上述のサブバンド符号化のエンコーダおよびデコーダの信号処理を機能的に表すものである。入力デジタルオーディオ信号がダウンサンプリングを含む分解フィルタバンク 5 1 によりサブバンドデータに分解され、量子化処理 5 2 がなされる。また、サブバンドデータからスケールファクタ計算処理 5 3 がなされ、スケールファクタ S F からビットアロケーション処理 5 4 がなされる。ビットアロケーション処理 5 4 で決定された量子化レベルによって、量子化処理 5 2 がなされる。

【 0 0 3 8 】各サブバンドのデータ量に応じて、全体で一定のデータ量になるように量子化レベルを割り当てる（この処理がビットアロケーションである）。各サブバンドのデータは、各サブバンドの最大値に対応したスケールファクタ S F で正規化されたのち、この割り当てられた量子化レベルで量子化される。ビットアロケーションを行なう場合、人間の聴覚の最小可聴特性等の特性を考慮してなされる。このために、入力デジタルオーディオ信号が供給され、ビットアロケーションを制御するように、心理聴覚モデル計算回路 5 6 が設けられている。

【 0 0 3 9 】量子化処理 5 2 の後にビットストリームへのフォーマット化処理 5 5 がなされる。ビットストリーム上には、各サブバンドのスケールファクタ S F と、量子化ビット数（割当ビット数）A L L O C も挿入される。フォーマット化処理 5 5 により形成されたビットストリームが上述したように、E C C エンコーダに供給される。

【 0 0 4 0 】E C C デコーダによってエラー訂正の処理を経た後に、ビットストリームに対してサブバンド符号化のデコーダ処理がなされる。最初にビットストリームの復号処理 6 1 がされ、ビットストリームの状態から各サブバンドのデータ列に並び換えられるとともに、ビットストリーム中のスケールファクタ S F 、量子化ビット数 A L L O C が分離される。逆量子化処理 6 2 において、これらのスケールファクタ S F 、A L L O C を使用して逆量子化がなされる。逆量子化処理 6 2 からのサブバンドデータが合成フィルタバンク 6 3 において合成され、復元デジタルオーディオデータが得られる。

【 0 0 4 1 】図 1 0 は、分割数 3 2、符号長 3 8 4 サンプルを例とする、サブバンド符号化の符号化処理を示す。M P E G レイヤー 1 では、1 つの処理単位（オーディオフレーム長）が 3 8 4 サンプルである。入力されたオーディオデータは、分割フィルタで、3 2 個の周波数領域に分割される。3 8 4 サンプル分のオーディオデータを、3 2 個の周波数成分（サブバンド）に分割し、それぞれ  $1 / 3 2$  にダウンサンプリングする。その結果、1 2 サンプルで一つのサブバンドブロックが構成される。図 1 0 A は、あるサブバンド S U B \_ n の 1 2 サンプルを示す。この中の最大絶対値（サンプル例えば S n ( 6 ) ）がスケールファクタ S F （例えば 6 ビットのコードで表される）とされ、その値によって、他の 1 1 個のサンプルの値が割算され、正規化がなされる。

【 0 0 4 2 】各サブバンドのスケールファクタ S F の大きさから各サブバンドの量子化ビット数が決定される。図 1 0 B は、このビットアロケーションの一例を示し、この図から分かるように、スケールファクタ S F が大きいサブバンドほど、割り当てられる量子化ビット数が多くされる。ビットアロケーションを行なう場合、スケールファクタ S F の大きさだけでなく、人間の聴覚の性質を利用した、心理聴覚モデルを用いて決定することも可能である。

【 0 0 4 3 】すなわち、人間の聴覚は、聴覚マスキング効果と最小可聴限特性とがある。聴覚マスキング効果とは、大きなレベルの音によって周波数上で隣接する小さなレベルの音が聞こえなくなることである。また、最小可聴限特性は、聞き取れるレベルの最小値が周波数によって異なる特性である。これらの聴覚の性質を利用すれば、聞こえない音の伝送を省略したり、聞こえにくい音に対して割り当てる量子化ビット数を少なくしても、再生音声の品質の低下が少ない。このように、聴覚特性を利用することによって、伝送データ量を圧縮することができる。

【 0 0 4 4 】各サブバンドデータは、割り当てられた A L L O C によって指示される量子化レベルによって量子化される。そして、図 1 0 C に示すようなビットストリームにフォーマット化される。図 1 0 C は、1 オーディオフレームを示し、先頭に符号の状態等のサイド情報を伝送するためのヘッダ（例えば 2 バイト）が位置し、次に、各サブバンドの割り当てビット数をそれぞれ表す量子化ビット数 A L L O C （4 ビット  $\times$  3 2）が位置する。その後に各サブバンドのスケールファクタ S F （6 ビット  $\times$  3 2）が位置する。さらに、その後に、データ（3 2  $\times$  1 2 サンプル）が位置する。データは、低い周波数から高い周波数の順に配列される。

【 0 0 4 5 】本来は、このように 3 2 個のバンドのデータを伝送するところを、低域のバンドからデータ量（A M O U N T）に応じた数のサブバンドだけにビットを割り当てることによって、周波数制限による音質の劣化と

のバランスで、さらにデータ量を削減することができる。符号の圧縮率は、量子化の際に、総計で何ビット割り当てられるかによって決定される。

【 0 0 4 6 】 図 1 1 は、伝送符号量をコントロールする場合のビットストリームの構成例である。各サブバンドブロックには、符号化時の各サブバンドデータに対して割り当てられた量子化ビット数を示す情報（ALL O C）と、各サブバンドブロック内のデータの最大値を示す情報（S F）が低域のバンドから順に、A M O U N T に示されたバンド数だけ記録されている。データ領域には、1 2 サンプルで 1 つのサブバンドを構成するデータブロックが周波数の低いバンドから高いバンドの順に、A M O U N T に示されたバンド数だけ記録されている。

【 0 0 4 7 】 また、各ブロックの先頭には、符号化の状態を表すヘッダが付加される。この例では、符号化の際の圧縮率を表す R A T E （4 ビット）と、記録されているバンドの数を表す A M O U N T （4 ビットでバンド数を表す）の情報を含んでいる。A M O U N T 情報は、階層の境界を示し、復号時に必要なものであるが、この A M O U N T 情報を必ずしも伝送する必要はない。実際に、M P E G レイヤー I, II のフォーマットでは存在しない。すなわち、A M O U N T 情報に対応したサブバンドの位置の A L L O C の値のみを有効にし、その他のバンドの位置は、量子化ビット量が 0 を示す値に設定して伝送する。復号側では、後述する境界のサーチ方法によってその境界を決定することができる。そして、3 8 4 個のオーディオサンプルからなる 1 オーディオフレームに対してビットストリームの 1 ブロックが構成される。ヘッダ、A L L O C、S F のバイト数は固定であるが、データ領域のバイト数は、圧縮率によって変化する。図 1 1 においては、割り当てられたサブバンド数の一例（3 2）が示されている。

【 0 0 4 8 】 図 1 2 は、上述した M P E G オーディオレイヤー 1 の符号化の処理を示し、図 1 3 は、その復号の処理を示す。この例では、符号化ブロックの単位で 1 回の処理ループを回して、符号化ブロックの長さを 3 8 4 サンプルとすると、3 8 4 サンプル分のオーディオデータが入力される時間（3 8 4 F S；F S は、サンプリング周波数）の間に 1 ループ分の処理が終われば、リアルタイムに処理を継続させることができる。

【 0 0 4 9 】 図 1 2 に示す符号化の処理では、オーディオデータの入力（S T 1）、分割フィルタの計算（S T 2）、スケールファクタの計算（S T 3）、心理聴覚モデルの計算（S T 4）、ビット割当の計算（S T 5）がなされる。計算されたビット割当に従って量子化（S T 6）がなされる。そして、フォーマット化（S T 7）がなされ、ビットストリームが出力される（S T 8）。

【 0 0 5 0 】 また、図 1 3 に示す復号処理では、ビットストリームの入力（S T 9）から開始して、ビットストリームの復号（フォーマット分解）（S T 1 0）がな

れ、量子化ビット数を示す情報（A L L O C）と、各サブバンドブロック内のデータの最大値を示す情報（S F）を使用して逆量子化がなされる（S T 1 1）。そして、合成フィルタの計算（S T 1 2）がされ、復号されたオーディオデータの出力（S T 1 3）がなされる。

【 0 0 5 1 】 図 9 中でそれぞれ破線で囲んで示すエンコーダブロック 5 0 およびデコーダブロック 6 0 は、それぞれ図 1 2 および図 1 3 に示す処理を行い、より具体的には、それぞれ D S P（Digital Signal Processor）により構成される。そして、時分割方式によって 1 つの D S P または I C（集積回路）で、2 チャンネル分のエンコード処理が可能とされている。

【 0 0 5 2 】 図 1 4 は、エンコーダブロック 5 0 またはデコーダブロックを D S P により構成する場合の一例の構成を示す。図 1 4 に示す構成は、エンコーダおよびデコーダとして機能することができ、何れの機能を有するかは、プログラムに従って決定される。図 1 4 において、7 1 が D S P であり、D S P 7 1 のシリアルポートに対して入力データシリアルデータとして供給され、また、クロックが D S P 7 1 に供給される。7 2 は、D S P コントローラであり、C P U インターフェースに接続され、また、基準パルスが供給される。7 3 は、F I F O であり、D S P コントローラ 7 2 と F I F O 7 3 との間にデータバス 7 4 およびアドレスバス 7 5 が設けられている。F I F O 7 3 から出力データが取り出される。

【 0 0 5 3 】 7 6 がデータ用メモリとしての S R A M であり、7 7 がプログラム格納用の R O M である。D S P 7 1、S R A M 7 6 および R O M 7 7 は、データバス 7 4 およびアドレスバスと結合されている。D S P コントローラ 7 2 から D S P 7 1 に対する外部割込みが発生する。例えば 5 0 M H z のクロックで動作する D S P 7 1 に対して、3 8 4 サンプル分の時間間隔のパルスを使って割り込みをかけ、この割り込みが発生した時にエンコード処理のプロセスを実行する。

【 0 0 5 4 】 図 1 2 のフローチャートおよび図 1 4 のブロック図を参照して符号化処理について以下により詳細に説明する。

【 0 0 5 5 】（1）オーディオデータの入力（ステップ S T 1）

入力オーディオデータはシリアルポートからサンプリングクロックに同期してサンプル毎に D S P 7 1 の外部メモリ（S R A M 7 6）に常に転送されている。転送先のメモリアドレスがサンプリングクロック毎にカウントアップしている。このプロセスでは、転送先のメモリアドレスは初期設定する。また、このシリアルポートからの入力されたデータを別の作業領域にコピーする。

【 0 0 5 6 】（2）分割フィルタの計算（ステップ S T 2）

入力データを分割フィルタで 3 2 個の周波数領域の信号成分に分割する。

【 0 0 5 7 】 ( 3 ) スケールファクタの計算 (ステップ S T 3 )

各々のサブバンドデータの中での最大値を検出し、その最大値を 6 ビットにコード化したものをスケールファクタ S F としている。この処理も入力信号に依存せず、一定の処理時間となる。

【 0 0 5 8 】 ( 4 ) 心理聴覚モデルの計算 (ステップ S T 4 )

図 1 5 に心理聴覚モデルによるマスキングレベルの計算の流れを示す。入力信号に対して、5 1 2 ポイントの F F T 処理を行い、振幅スペクトラムを求める (図 1 5 A ) 。図 1 5 A において、周波数軸にそって絶対最小可聴レベルの特性が細い実線で示され、また、矢印で示す入力信号の両側に存在するマスキング効果が生じる領域が破線で示されている。

【 0 0 5 9 】 入力信号の各周波数成分から、人の聴覚モデルでのノイズがマスキングされるレベルを計算する

( 図 1 5 B ) 。このマスキングレベル以下の音圧の周波数成分は知覚できないため、このマスキングレベルを越えた周波数成分の入力信号のみにビットを割り当てる。次に、図 1 5 C に示すように、周波数領域で得られたマスキングレベルを、3 2 個のサブバンド領域でのノイズマスキングレベルに変換する。この部分での計算結果によって、後段のビット割り当て量が左右される。

【 0 0 6 0 】 ( 5 ) ビット割当の計算 (ステップ S T 5 )

各サブバンドのノイズマスキングレベルと信号の大きさから、各サブバンドの量子化ビット数 A L L O C を決定する。量子化の際に、トータルで何ビット割り当てるかは、符号の圧縮率によって変化する。

【 0 0 6 1 】 ( 6 ) 量子化 (ステップ S T 6 )

各サブバンドデータは、スケールファクタによって正規化されたのち、割り当てられた量子化ビット数によって量子化される。処理時間は一定となる。

【 0 0 6 2 】 ( 7 ) フォーマットティング (ステップ S T 7 )

符号化されたデータを決められたデータ列にならべ、ビットストリームを生成する。

【 0 0 6 3 】 ( 8 ) ビットストリームの出力 (ステップ S T 8 )

エンコード結果を出力用 F I F O 7 3 に対して書き込む。

【 0 0 6 4 】 次に、デコーダの処理を図 1 3 のフローチャートおよび図 1 4 のブロック図を参照して以下に説明する。

【 0 0 6 5 】 ( 9 ) ビットストリームの入力 (ステップ S T 9 )

ビットストリームの入力は、D S P 7 1 の外部メモリ 7 6 に連続または断続的に転送されている。オーディオフィームの先頭は、ビットストリームのヘッダに含まれる

同期信号から検出される。

【 0 0 6 6 】 ( 1 0 ) ビットストリームの復号 (ステップ S T 1 0 )

ビットストリームから各バンドのスケールファクタ、量子化ビット数、データを得る。

【 0 0 6 7 】 ( 1 1 ) 逆量子化 (ステップ S T 1 1 )

各バンドの量子化されているデータは、スケールファクタと割り当てられた量子化ビット数によってサブバンドデータに変換される。

【 0 0 6 8 】 ( 1 2 ) 合成フィルタの計算 (ステップ S T 1 2 )

3 2 個のサブバンドデータを合成フィルタで合成し、再生音を復号する。

【 0 0 6 9 】 ( 1 3 ) オーディオデータの出力 (ステップ S T 1 3 )

復号したオーディオデータを、シリアルポートからサンプリングクロックに同期してサンプル毎に出力する。

【 0 0 7 0 】 上述した M P E G オーディオで採用されているサブバンド符号化方式は、受信側で階層的な操作ができないため、階層構造を利用するシステムを構成できない。この発明の一実施例では、入力オーディオデータを低中域データ P C M \_ L と高域データ P C M \_ H に分割し、各周波数成分を M P E G エンコーダ 2 4 、2 5 によりそれぞれ符号化している。それによって、階層符号化を実現している。

【 0 0 7 1 】 上述した一実施例では、2 つの階層構造を処理するのに、通常の 2 倍の回路または処理能力と、入力フィルタ、デコーダ側の出力段の加算器が必要となる。この点を改善したのが以下に説明する、この発明の他の実施例である。

【 0 0 7 2 】 図 1 6 は、この発明の他の実施例のエンコーダ 1 5 0 およびデコーダ 1 6 0 の構成を示し、図 1 7 は、エンコーダの処理を示すフローチャートであり、図 1 8 A および図 1 8 B は、マスキングレベルの計算を説明するための図である。図 1 6 の構成から分かるように、この発明の他の実施例は、エンコーダ 1 5 0 においては、フォーマット化処理 1 5 5 L および 1 5 5 H を必要とし、デコーダ 1 6 0 においては、ビットストリーム復号処理 1 6 1 L および 1 6 1 H を必要とする。しかしながら、これ以外には、既存のエンコーダおよびデコーダと比して、新たに追加する構成を殆ど必要としない。

【 0 0 7 3 】 フォーマット化処理 1 5 5 L からは、低中域データのビットストリーム B S L が出力され、フォーマット化処理 1 5 5 H からは、高域データのビットストリーム B S \_ H が出力される。図示しないが、上述した一実施例と同様に、これらのビットストリームがそれぞれ E C C エンコーダへ供給される。E C C エンコーダでは、低中域データのビットストリームに対するエラー訂正能力が高域データのビットストリームに対するエラー訂正能力より高いものとなるように、エラー訂正符号の



符号化処理がなされる。

【 0 0 7 4 】他の実施例において、入力オーディオデータを低中域成分と高域成分の二つの階層データへ分割する例について説明する。図 1 2 に示される符号化処理中のステップ S T 2 (分割フィルタの計算)と同様の処理によって、3 2 分割されたサブバンドデータを、周波数の低い順から、 $SD(0)$ 、 $SD(1)$ 、 $\dots$ 、 $SD(31)$ と表す。これらのサブバンドデータの中の例えば  $SD(0) \sim SD(C)$  を低中域の階層データ  $SD\_L$  とし、 $SD(C+1) \sim SD(31)$  を高域の階層データ  $SD\_H$  とする。サンプリング周波数が 4 8 kHz の場合には、1 バンドの幅が 7 5 0 Hz になるので、低中域と高域の境界の周波数  $f_c$  が  $750 \times (C+1)$  Hz になる。この境界の位置は、分離するサブバンドを変えることで任意に変更できる。

【 0 0 7 5 】このように分割された 2 つのサブバンドデータのグループ  $SD\_L$  および  $SD\_H$  に対して、それぞれ独立に決められたビットレートになるように、ビット割り当てをおこない、2 つのビットストリームを生成する。

【 0 0 7 6 】図 1 7 のフローチャートに示すように、オーディオデータの入力されると(ステップ S T 2 1)、分割フィルタの計算がなされ(ステップ S T 2 2)、0 ~ 3 1 バンドの信号成分が形成される。そして、0 ~ 3 1 バンドのスケールファクタが計算される(ステップ S T 2 3)。

【 0 0 7 7 】一方、入力オーディオデータは、FFT 処理(ステップ S T 2 4)を受ける。これは、心理聴覚モデルの計算(マスキングレベルの計算)のために必要とされる周波数成分の解析である。そして、各サブバンドに対応する、マスキングレベルを計算する。このマスキングレベルの計算は、低中域側スペクトラムのマスキングレベルの計算処理(ステップ S T 2 5 L)と、高域側スペクトラムのマスキングレベルの計算処理(ステップ S T 2 5 H)とからなる。

【 0 0 7 8 】受信側で、低中域の階層データのみを使用して再生音を得た時には、高域の階層の成分によるマスキング効果が得られないため、低中域と高域の境界の量子化ノイズが知覚される可能性がある。また、高域の階層データのみを使用して再生音を得ることはない。よって、図 1 8 A に示すように、低中域サブバンドデータ  $SD\_L$  側のマスキングレベルを計算する時には、高域サブバンドデータ  $SD\_H$  の信号は、無信号であるとして処理し、 $SD\_H$  側のマスキングレベルを計算する時には、 $SD\_L$  の信号があるものとして計算する。

【 0 0 7 9 】階層数は 2 個に限らず、例えば図 1 8 B に示すように、周波数  $f_{cl}$  および  $f_{ch}$  において、オーディオ信号を低域、中域、高域の 3 つの成分に分割するようにしても良い。さらに、各階層の符号化条件は、同じである必要はない。この 3 階層の場合のマスキ

ングレベルを計算する場合には、低域の階層データのマスキングレベルは、中域および高域の階層データが無信号であるとして計算される。中域の階層データのマスキングレベルは、高域の階層データが無信号であるとして計算される。一般的には、複数の階層に分割したときのマスキングレベルの計算には、処理される階層よりも高い周波数の階層の信号は無信号であるとして計算する。但し、一部の帯域のサブバンドデータを使用しないでマスキングレベルを計算する時には、使用しない帯域のサブバンドデータによるマスキング効果が使えない分だけ、符号化効率は低下する。

【 0 0 8 0 】マスキングレベルの計算の処理の後に、ビット割当量の計算がなされる。図 1 7 中のステップ S T 2 6 L、S T 2 6 H に示すように、各階層のサブバンドのマスキングレベルと信号の大きさから、各階層ごとにそれぞれ独立に決められたビットレートになるように、各サブバンドの量子化ビット数を決定する。サイドインフォメーションに必要なビット数も各階層ごとに管理する。階層の数が増えると、サイドインフォメーションの量が増えるため、全体としての符号化効率は低下することになる。

【 0 0 8 1 】ステップ S T 2 3 で計算されたスケールファクタと、ステップ S T 2 6 L および S T 2 6 H において各階層毎に計算されたビット割当量を参照して、0 ~ 3 1 のサブバンドデータが量子化される(ステップ S T 2 7)。

【 0 0 8 2 】そして、ビットストリームのフォーマット化の処理がなされる。この場合、低中域の階層では、 $C+1 \sim 31$  番目のバンドのビット割り当て量を 0 として計算する(ステップ S T 2 8 L)。同様に、高域の階層では、0 ~ C バンドのビット割り当て量を 0 として計算する(ステップ S T 2 8 H)。そして、ビットストリーム  $BS\_L$  が出力され(ステップ S T 2 9 L)、ビットストリーム  $BS\_H$  が出力される(ステップ S T 2 9 H)。

【 0 0 8 3 】上述したこの発明の他の実施例による符号化の方法では、入力側の周波数分離フィルタが不要で、オーディオデータの入力、分割フィルタの計算、スケールファクタの計算、量子化のプロセスは、既存のものと同様である。データパッキング、ビットストリームの出力の処理が階層の数だけ必要とされるが、全体に対する処理量の増加はわずかである。心理聴覚モデルの計算、ビット割り当ての計算においては、若干の変更が必要だが、処理量が従来とほぼ同じとなる。よって、2 階層にエンコードした場合には、従来のエンコードの処理量の数%の増加にとどめることが可能となる。

【 0 0 8 4 】デコーダ 1 6 0 では、図示しないエラー訂正回路によるエラー訂正処理がなされ、エラー訂正後のビットストリーム  $BS\_L$ 、 $BS\_H$  に対してビットストリーム復号処理 1 6 1 L および 1 6 1 H がなされる。

これらの処理によって、階層化された2つのビットストリームBS\_\_L、BS\_\_Hをそれぞれアンフォーマットし、各サブバンドの量子化された値を得る。

【0085】このビットストリーム復号処理161Lおよび161Hの前段、またはその内部において、ビットストリーム選択処理がなされる。すなわち、デジタル放送の場合では、受信状況が良好な場合では、二つのビットストリームBS\_\_L、BS\_\_Hを選択し、受信状況が悪い場合では、低中域側のビットストリームBSLのみを選択する。ビットストリームBS\_\_Hを選択しなかった場合には、ビットストリームBS\_\_Hを復号したときに得られる高域のサブバンドデータを無信号として処理する。

【0086】図19は、復号処理を示すフローチャートである。ビットストリーム復号処理(ST31LおよびST31H)によって、ビットストリームがアンフォーマット化され、低中域階層と高域階層のそれぞれのサブバンドデータSDATAとサイド情報(スケールファクタSF、量子化ビット数ALLOC)とが分離される。逆量子化処理62(図16)、ステップST32(図19)において、サイド情報を用いてサブバンドデータの逆量子化がなされる。すなわち、低中域側の階層のビットストリームBS\_\_Lに含まれるサイド情報(スケールファクタSF、割り当てビット数ALLOC)を用いて、0~Cのバンドのサブバンドデータがそれぞれ逆量子化され、高域側の階層のビットストリームBS\_\_Hに含まれるサイド情報(スケールファクタSF、割り当てビット数ALLOC)を用いて、C+1~31のバンドのサブバンドデータがそれぞれ逆量子化される。

【0087】逆量子化により得られた低中域側のサブバンドデータおよび高域側のサブバンドデータは、合成フィルタバンク63(図16)、ステップST33(図19)において、合成フィルタで処理される。このようにして再生音のデータが復号される(ステップST34)。

【0088】上述したこの発明の他の実施例の復号処理では、出力側の加算処理が不要で、オーディオデータの出力、合成フィルタの計算、逆量子化のプロセスは、既存のものと同一である。ビットストリームの復号処理が階層の数だけ必要とされるが、全体に対する処理量の増加はわずかである。よって、2階層のビットストリームの復号の場合には、従来のデコーダ処理量の数%の増加にとどめることが可能となる。このように、この発明の他の実施例は、階層構造を有するエンコード、デコード処理を、従来の数%程度の処理量の増加で実行可能となる。従って、従来と同様にDSPを用いた構成により実現可能となる。また、同一構成を用いて、モード選択により階層構造の有無に応じた処理が実行可能となる。

【0089】この発明の他の実施例のデコーダの処理において、階層の数、並びに周波数分割の境界位置(境界

のサブバンド番号)Cdは、デコーダ側で既知でない場合には、Cdをサーチすることが必要である。階層数、Cdを指示するIDデータを伝送しても良いが、その場合には、サイド情報が増加し、符号化効率が低下する。図20は、この境界のサブバンド番号Cdをサーチする場合の処理の一例を示すフローチャートである。なお、このサーチの処理は、ビットストリームBSHの復号処理161Hでなされる。

【0090】図20中のステップST41において、初期設定( $i=0$ ,  $Cd=31$ )がされる。次にi番目のバンドのビット割当量が0かどうか決定される(ステップST42)。高域側のビットストリームの場合、低域側のビット割当量が0とされているので、これが0の場合には、処理がステップST44に移り、iがインクリメントされる。若し、ビット割当量が0でない場合には、境界のサブバンドの番号Cdがiと決定される(ステップST43)。

【0091】iがインクリメントされてから( $i=32$ )かどうか決定される(ステップST45)。iが32まで到達してない時は、ステップST42に処理が戻り、上述した処理が繰り返される。i=32の場合では、処理が終了する。この図20に示す処理によって、周波数の低い側から割当ビットが0とならなくなるサブバンド番号を検出し、検出されたサブバンド番号を境界のサブバンド番号Cdとして認識することができる。

【0092】図21は、デコーダ側で境界のサブバンド番号Cdをデコーダ側でサーチする他の方法を示すフローチャートである。他の方法は、低域のビットストリームBS\_\_Lを使用して高域側から割当ビットが0とならなくなる位置を検出する。サーチ処理の他の例は、ビットストリームBS\_\_Lの復号処理161Lでなされる。最初に、( $i=31$ ,  $Cd=31$ )と設定する(ステップST51)。

【0093】次に、i番目のサブバンドのビット割当量が0かどうか決定される(ステップST52)。ビットストリームBS\_\_Lの場合では、高域側のビット割当量が0である。従って、ビット割当量が0でない時には、 $Cd=i$ とされる(ステップST53)。若し、ビット割当量が0であれば、iがデクレメント( $i-1$ )される(ステップST54)。そして、 $i=0$ かどうか決定される。iが0でなければ、処理がステップST52に戻り、上述した処理が繰り返される。

【0094】図22は、境界のサブバンド番号を説明するものであり、横軸が0~31のサブバンド番号であり、縦軸が割当ビット(ALLOC)である。符号化処理では、図22Aに示すように、各サブバンドに対する割当ビットが決定される。符号化処理における境界のサブバンド番号は、Ceである。

【0095】次に低中域のビットストリームBS\_\_Lを復号した時に、図22Bに示すように、境界のサブバン

ド番号 C d が求められる。高域側のビットストリーム B S H を復号した時に、図 2 2 C に示すように、境界のサブバンド番号 C d は、符号化時の C e とずれたものとなる。この場合には、C d と C e の間の割り当てビット数は 0 になっているため、復号処理には影響を及ぼさない。

【0 0 9 6】なお、デコーダ側においては、階層構造のストリームを一実施例と同様に複数のデコーダを用いて復号し、その結果を加算しても良い。

【0 0 9 7】以上の実施例は、この発明をディジタル放送の送信側システムおよび受信側システムに対して適用した例であるが、ネットワークを介して結合されたコンピュータ同士のデータ転送に対しても適用できる。図 2 3 は、このようなデータ転送に対してこの発明を適用したシステムの構成例である。

【0 0 9 8】図 2 3 において、8 0 で示すコンピュータと 9 0 で示すコンピュータとがネットワークを介して結合されている。コンピュータ 8 0 は、ディジタルオーディオ信号が入力され、上述したようなサブバンド符号化に基づく符号化を行う M P E G エンコーダ 8 1 と、M P E G エンコーダ 8 1 からのビットストリーム B S が蓄えられるデータストレージ 8 2 とを含む。このデータストレージ 8 2 からネットワークに対してビットストリームが送出される。このビットストリームは、上述したこの発明の一実施例または他の実施例による処理と同様の処理によって、階層構造を有している。

【0 0 9 9】ネットワークを転送されたビットストリームがコンピュータ 9 0 のデータストレージ 9 1 に格納される。そして、データストレージ 9 1 からのビットストリーム B S が M P E G デコーダ 9 2 に供給され、復号がなされる。M P E G デコーダ 9 2 から復号オーディオ信号が得られる。

【0 1 0 0】図 2 3 に示すシステムにおいて、コンピュータ 8 0 は、データをネットワークを介して受信側のコンピュータ 9 0 の応答が返ってくるまでの時間等に基づいて、ネットワークの混雑の程度を検出する。このネットワークの混雑の程度に応じて、使用する階層を選択し、選択すべき階層を受信側のコンピュータ 9 0 に対して指示する。例えば 3 階層の場合では、ネットワークが混雑していない場合では、全階層のデータを使用することを受信側へ指示し、また、ネットワークが中程度の混雑の場合では、低域および中域の階層のデータを使用することを受信側へ指示し、さらに、ネットワークが混雑しているときは、低域の階層のデータのみを使用することを受信側へ指示する。このように、ネットワークの混雑状況に適應して使用する階層が選択される。

【0 1 0 1】図 2 3 に示すシステムにおいて、コンピュータ 8 0 および 9 0 がそれぞれリアルタイム処理をするのに必要な信号処理能力を有している。しかしながら、ネットワークが混み合っているために、充分なデータを

伝送できないと、コンピュータ 9 0 では、データストレージ 9 1 にデータが一定量以上蓄積されるまで、復号処理ができない。その結果、再生音声途切れ途切れになる。一方、この発明を適用した場合では、ネットワークが混み合っていることを検出し、混み合っている程度に応じて、使用する階層が選択される。それによって、ネットワークが混雑していても、再生音声の品質の劣化を防止することができる。

【0 1 0 2】また、上述した図 2 3 のシステムでは、受信側のコンピュータが十分なリアルタイム処理能力を有しているものとしたが、若し、受信側のコンピュータの処理能力が比較的高くない場合では、使用する階層を全階層とせず、この処理能力に応じて一部の階層のみを使用するようにしても良い。

【0 1 0 3】また、以上の説明では、M P E G オーディオレイヤー 1 での適用例について説明したが、同様な処理は、他のオーディオ符号の伝送においても可能である。例えばオーディオ信号を複数の周波数成分に分離し、各周波数成分を D C T (Discrete Cosine Transform) の符号化を行う符号化を使用してても良い。

【0 1 0 4】

【発明の効果】この発明は、M P E G オーディオのようなオーディオ圧縮符号を断層化できるため、受信側の受信状況、ネットワークの混雑の程度、受信側の処理能力などに応じて、復号する階層を適応的に選択することで、劣化の少ない再生音を得られる。

【0 1 0 5】また、この発明は、複数の階層を形成すると共に、エラー訂正能力を階層によって異ならせることによって、ディジタル放送の場合において、グレースフルデグラレーションを実現することができる。

【0 1 0 6】さらに、この発明の他の実施例では、サブバンド符号化の場合に、サブバンド成分によって、周波数分離を行うことによって、ビットストリームのフォーマット化の処理以外に、処理の増加を抑えることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】従来のディジタル放送の特性とこの発明の特性とをそれぞれ示す略線図である。

【図 2】この発明の一実施例の送信側および受信側のそれぞれの構成を示すブロック図である。

【図 3】この発明の一実施例におけるエラー訂正符号の構成を示す略線図である。

【図 4】エラー訂正符号のいくつかの例を示す略線図である。

【図 5】この発明の一実施例におけるソースエンコーダの構成を示すブロック図である。

【図 6】周波数分割用のフィルタの特性を示す略線図である。

【図 7】周波数分割用のフィルタの構成例を示すブロック図である。

21

【図 8】サブバンド符号化のエンコーダおよびデコーダの一例を示すブロック図である。

【図 9】サブバンド符号化の信号処理に沿ったエンコーダおよびデコーダのブロック図である。

【図 10】サブバンド符号化の説明に用いる略線図である。

【図 11】ビットストリームの一例を示す略線図である。

【図 12】サブバンド符号化の符号化処理を説明するためのフローチャートである。

【図 13】サブバンド符号化の復号処理を説明するためのフローチャートである。

【図 14】サブバンド符号化のエンコーダおよびデコーダのハードウェア構成の一例を示すブロック図である。

【図 15】サブバンド符号化におけるマスキングレベルの計算方法を説明するための略線図である。

【図 16】この発明の他の実施例の信号処理に沿ったエンコーダおよびデコーダのブロック図である。

【図 17】この発明の他の実施例の符号化処理を示すフローチャートである。

【図 18】この発明の他の実施例におけるマスキングレ

22

ベルの計算方法を説明するための略線図である。

【図 19】この発明の他の実施例の復号処理を示すフローチャートである。

【図 20】この発明の他の実施例における境界位置を決定する方法の一例を示すフローチャートである。

【図 21】この発明の他の実施例における境界位置を決定する方法の他の例を示すフローチャートである。

【図 22】この発明の他の実施例における境界位置を決定する方法の説明に用いる略線図である。

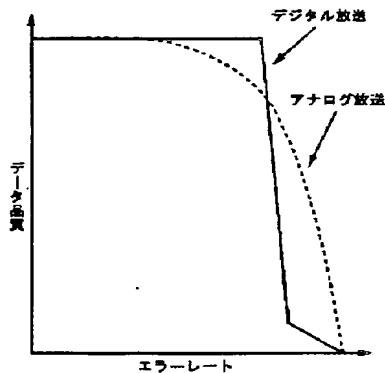
10 【図 23】この発明のさらに他の実施例のシステム構成を示すブロック図である。

【符号の説明】

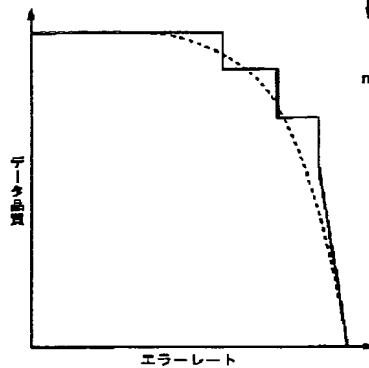
1・・・デジタルオーディオ信号の入力端子、2・・・ソースエンコーダ、3、4・・・エラー訂正エンコーダ、24、25・・・MPEGエンコーダ、26、27・・・MPEGデコーダ、52・・・量子化処理、54・・・ビットアロケーション処理、55、155L、155H・・・ビットストリームフォーマット化処理、61、161L、161H・・・ビットストリーム復号処

20 理

【図 1】

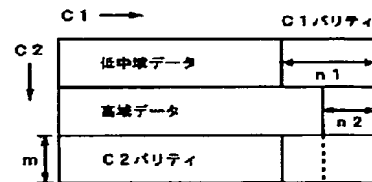


A

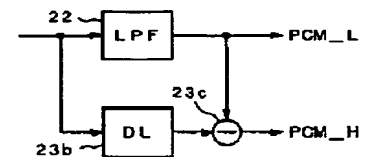


B

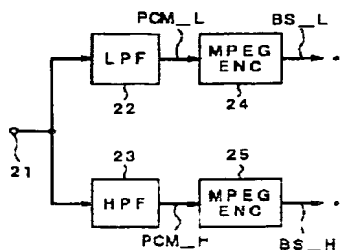
【図 3】



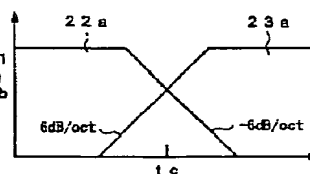
【図 7】



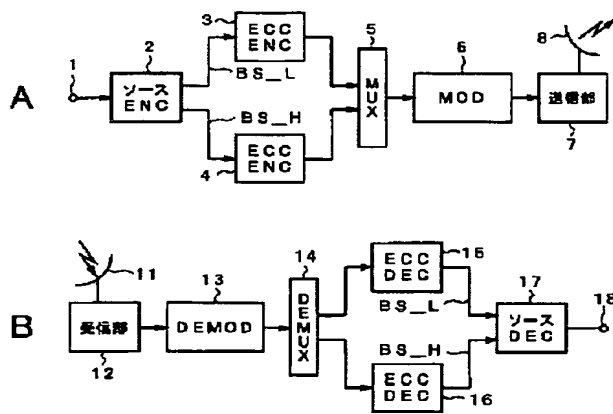
【図 5】



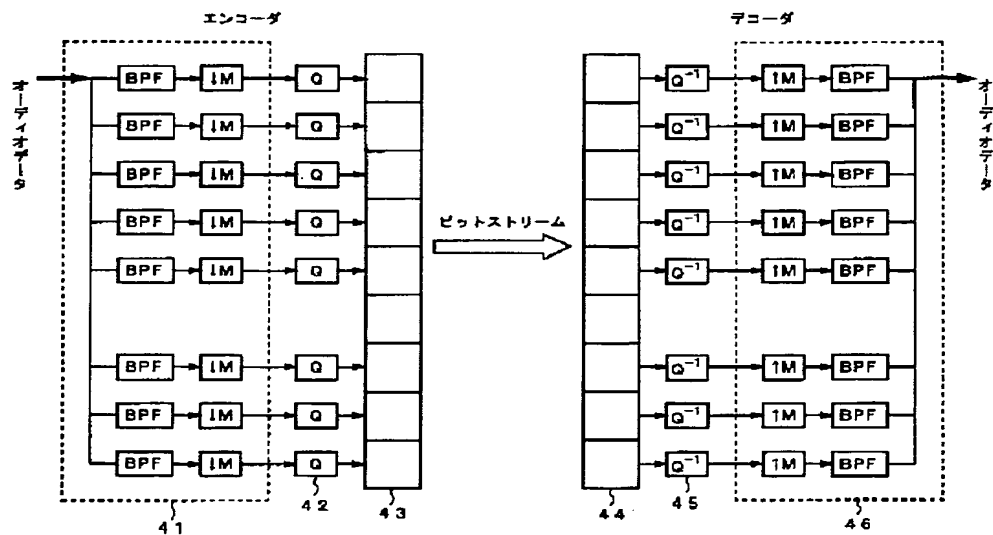
【図 6】



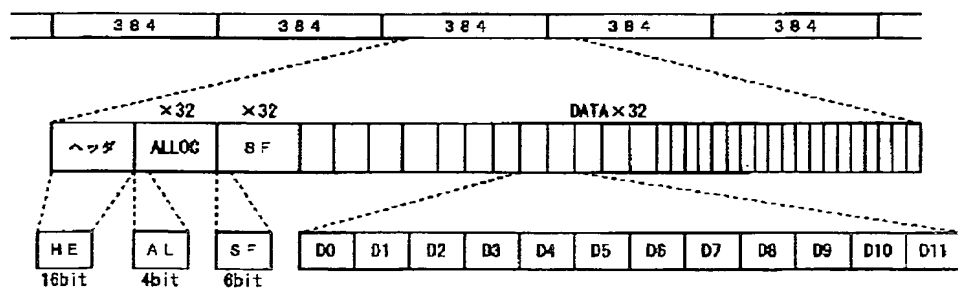
【図 2】



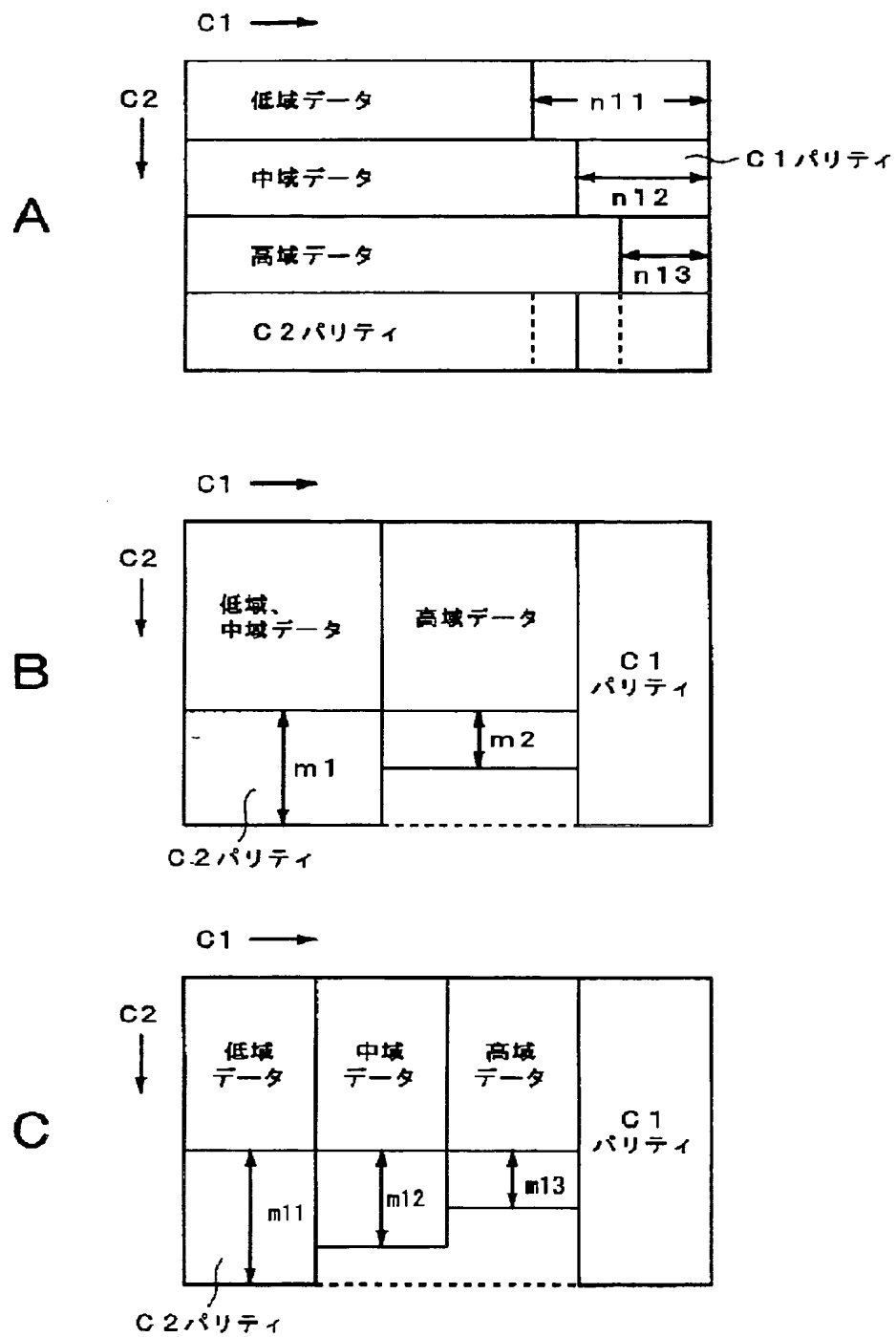
【図 8】



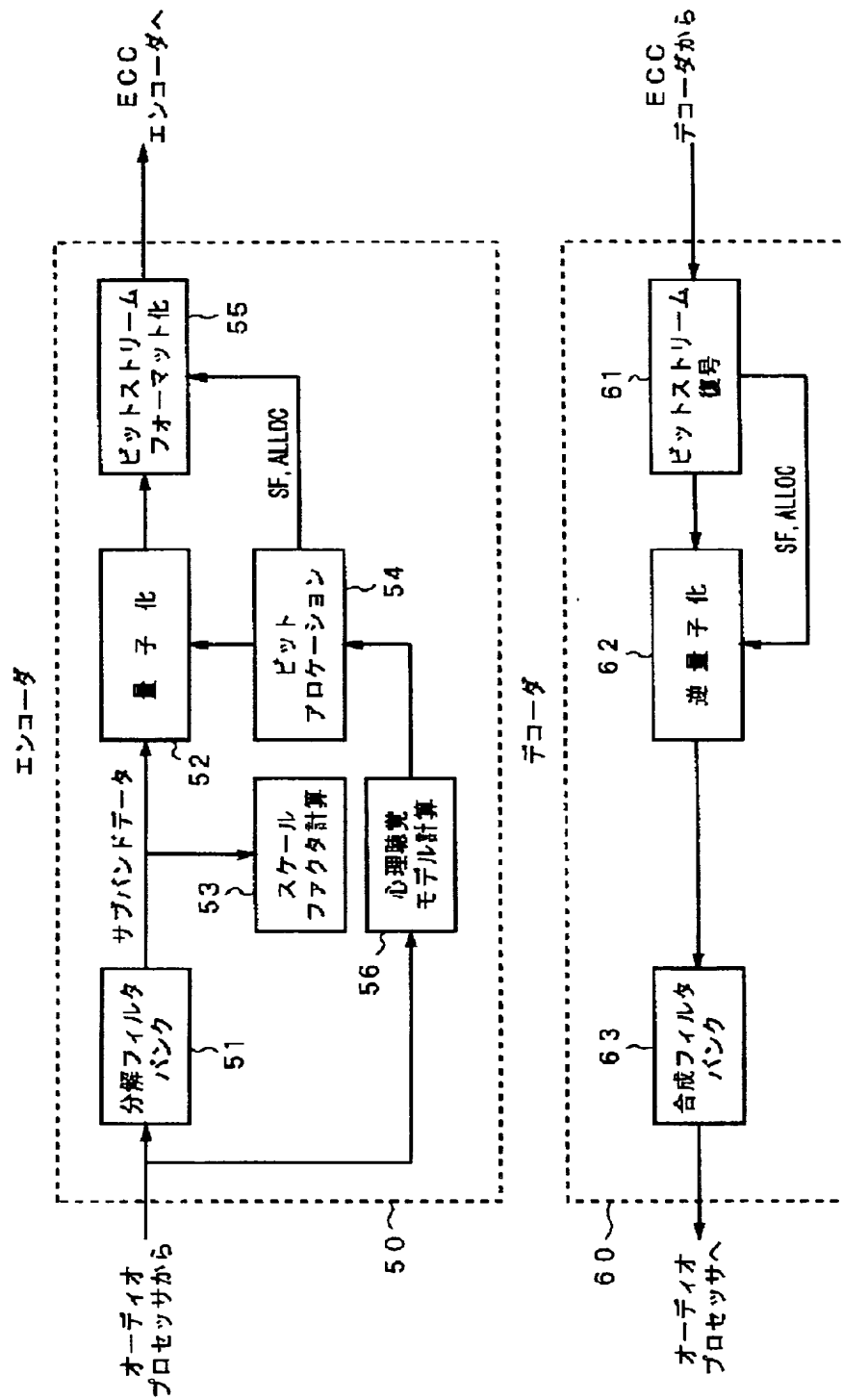
【図 1 1】



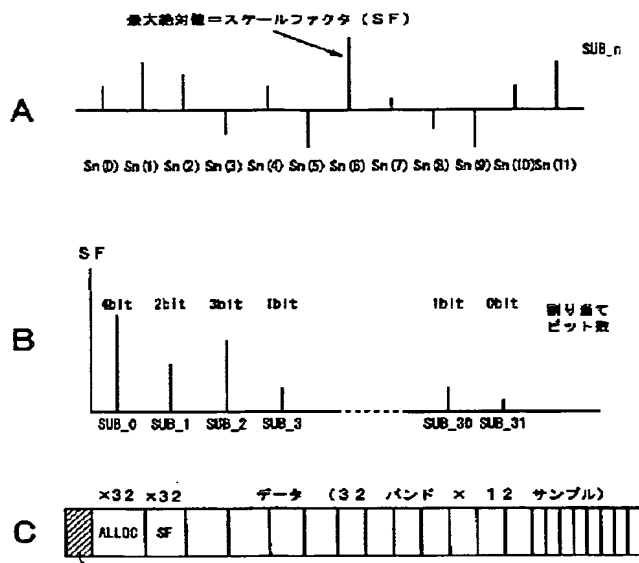
【図 4】



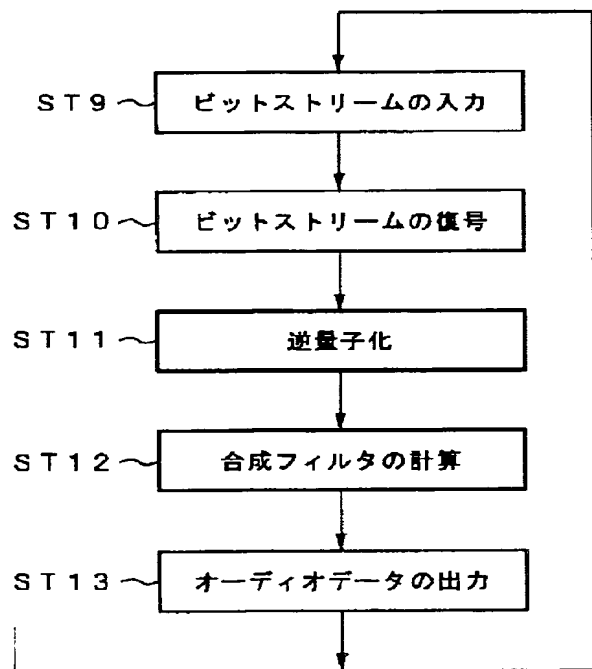
【図 9】



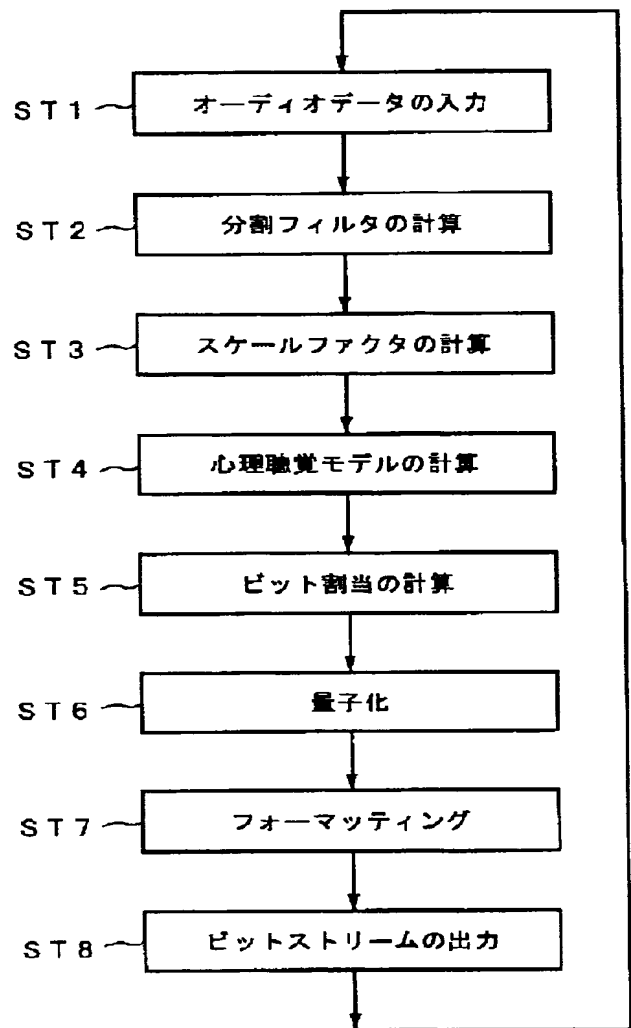
【図 10】



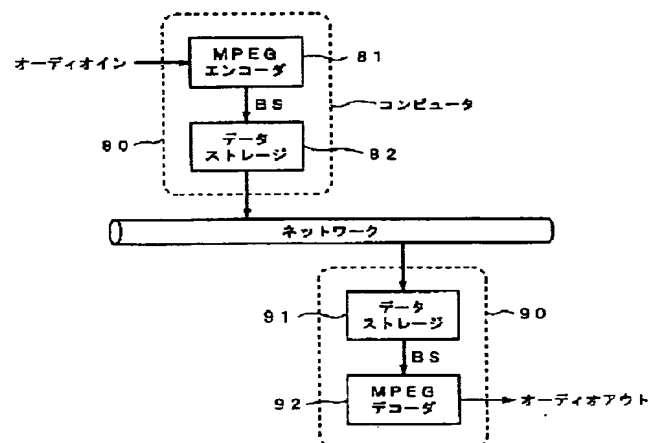
【図 13】



【図 12】

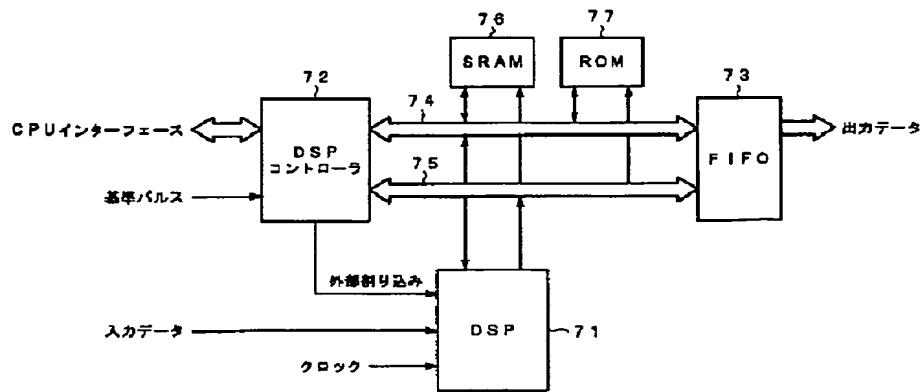


【図 23】

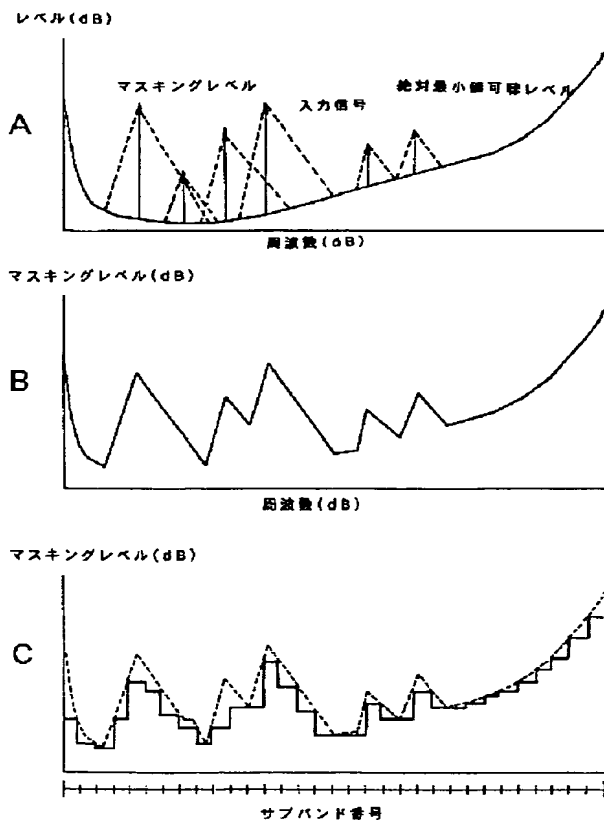




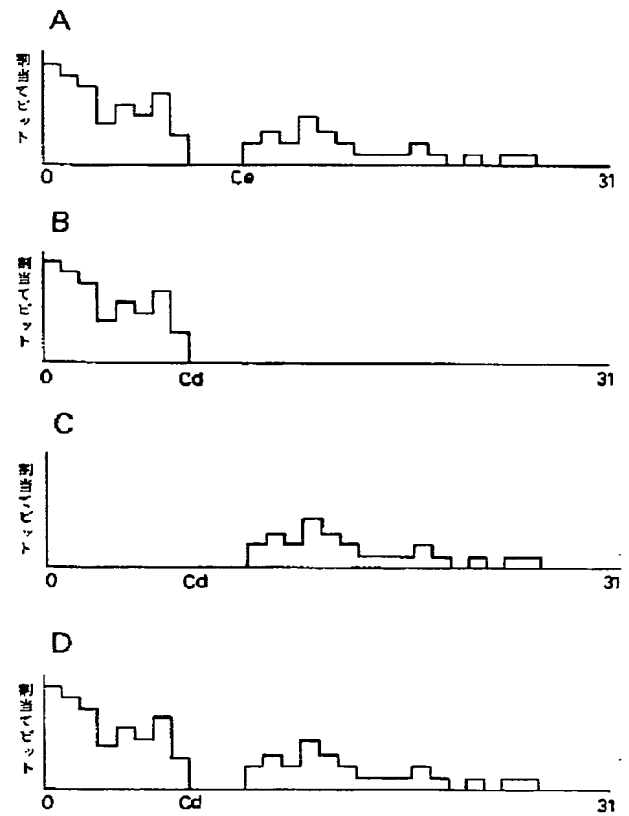
【図 14】



【図 15】

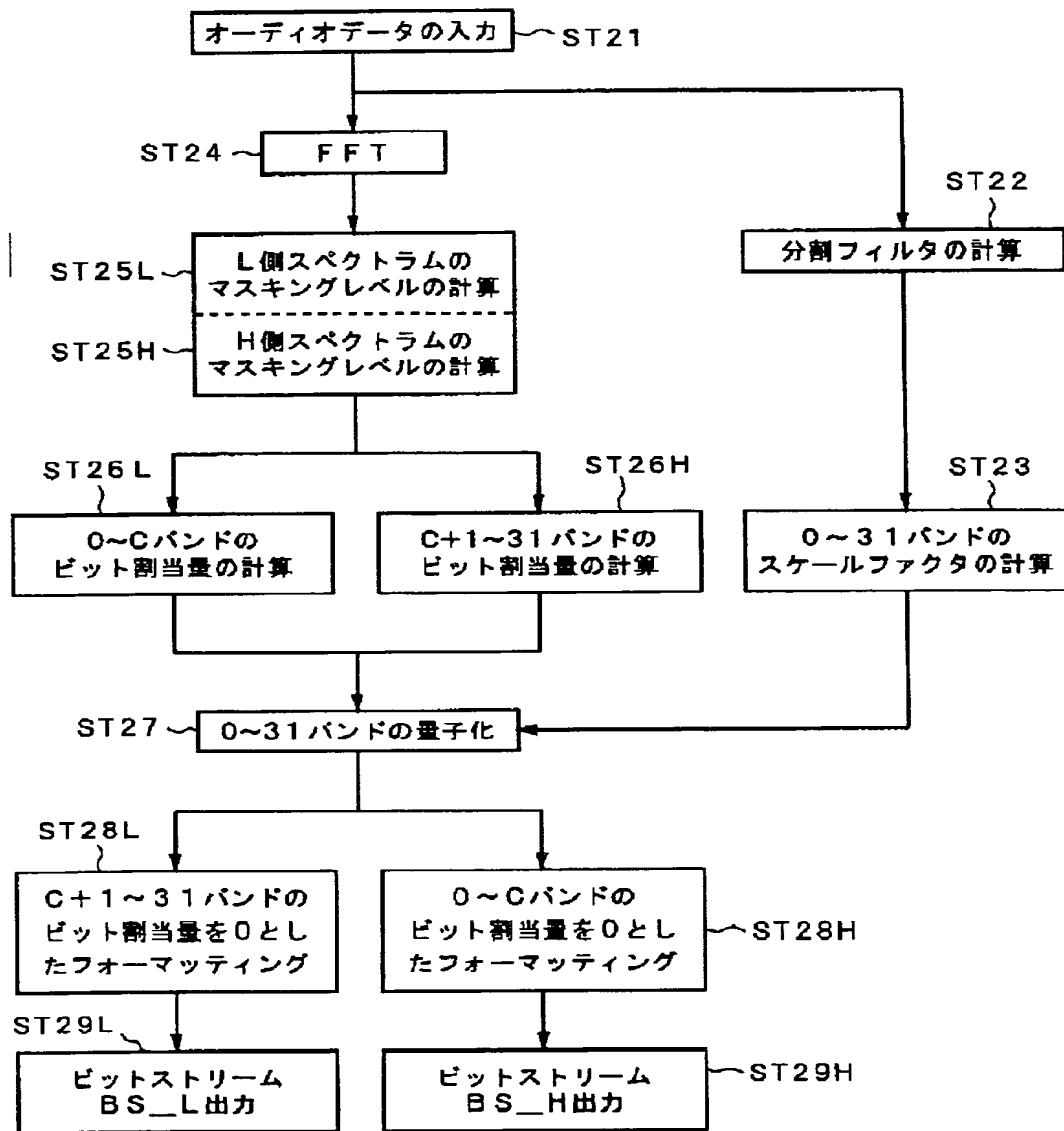


【図 22】

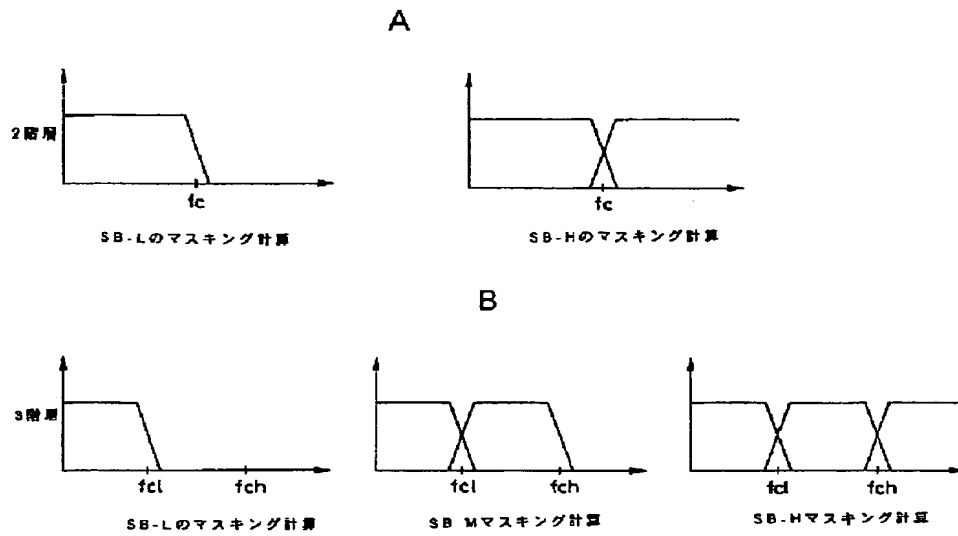




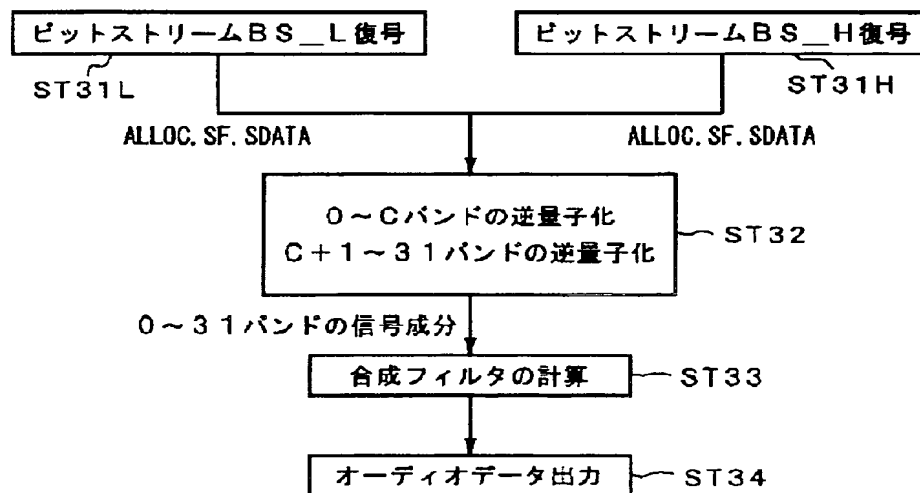
【図 1 7】



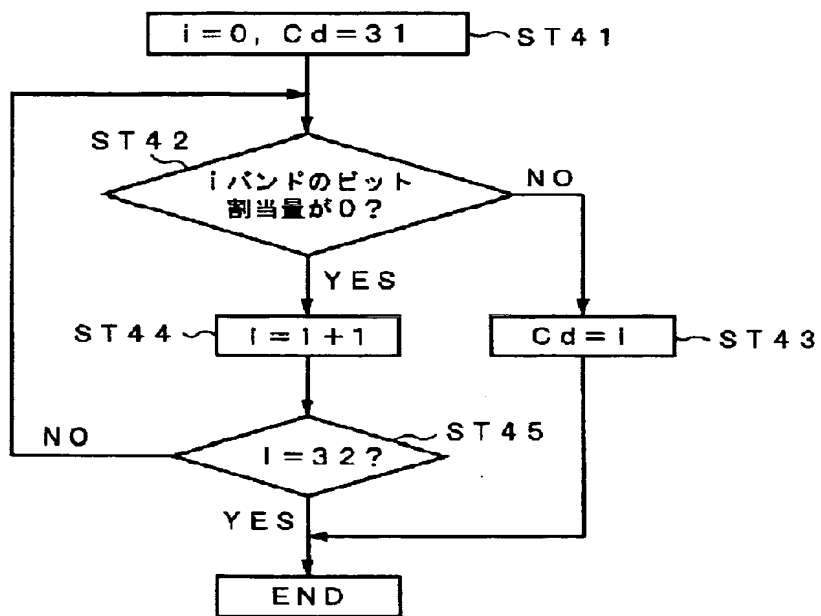
【図 18】



【図 19】



【図 20】



【図 21】

